

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **07169342 A**

(43) Date of publication of application: **04 . 07 . 95**

(51) Int. Cl. **H01B 12/10**

(21) Application number: **05313456**

(22) Date of filing: **14 . 12 . 93**

(71) Applicant: **FURUKAWA ELECTRIC CO
LTD:THE**

(72) Inventor: **KIKUCHI SUKEYUKI
MIMURA MASANAO
TANAKA YASUZO**

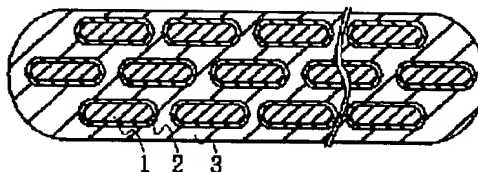
(54) **MULTI-FILAMENT OXIDE SUPERCONDUCTING
WIRE**

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

(57) Abstract:

PURPOSE: To provide a multi-filament oxide superconducting wire capable of increasing crossing resistance between filaments and applying to alternating current by arranging a high resistant Ag-Al alloy layer or Ag-Mg alloy layer between a filament and a stabilizing material layer.

CONSTITUTION: In a multi-filament oxide superconducting wire in which a plurality of filaments made of oxide superconducting material are arranged in a stabilizing material layer 3, a layer 2 made of an Ag-Al alloy or Ag-Mg alloy is arranged between the filament 1 and the stabilizing material layer 3. As the stabilizing material layer 3, a material superior to heat conductivity and electric conductivity, such as Ag and Cu is used. By the multi-filament oxide superconducting wire, crossing resistance between filaments 1 is increased, and coupling current flowing between filaments 1 when alternating current is passed is shut off, and coupling loss is decreased.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-169342

(43) 公開日 平成7年(1995)7月4日

(51) Int.Cl.⁸

H 0 1 B 12/10

識別記号

Z A A

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 3 頁)

(21) 出願番号

特願平5-313456

(22) 出願日

平成5年(1993)12月14日

(71) 出願人 000005290

古河電気工業株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

(72) 発明者 菊地 祐行

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古

河電気工業株式会社内

(72) 発明者 三村 正直

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古

河電気工業株式会社内

(72) 発明者 田中 靖三

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古

河電気工業株式会社内

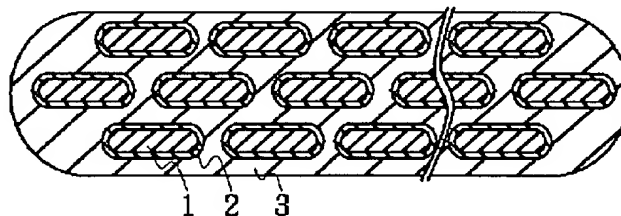
(54) 【発明の名称】 多芯酸化物超電導線材

(57) 【要約】

【構成】 酸化物超電導材料からなるフィラメント

(1) を安定化材層 (3) 中に複数配置した多芯酸化物超電導線材であり、前記フィラメント (1) と安定化材層 (3) との間に A g - A l 合金層 (2) または A g - M g 合金層 (2) が設けられていることを特徴とする多芯酸化物超電導線材。

【効果】 交流用として適用可能な多芯酸化物超電導線材を提供することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 酸化物超電導材料からなるフィラメント

(1) を安定化材層 (3) 中に複数配置した多芯酸化物超電導線材であり、前記フィラメント (1) と安定化材層 (3) との間に Ag-A1 合金層 (2) または Ag-Mg 合金層 (2) が設けられていることを特徴とする多芯酸化物超電導線材。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は電力ケーブル、マグネット等に適用可能な酸化物超電導線材に関し、主として交流用に適した多芯酸化物超電導線材に関するものである。

【0002】

【従来の技術】Y系、Bi系、Tl系に代表される臨界温度が液体窒素温度を越えるいわゆる酸化物超電導体（以下超電導体と記す）を線材化、導体化して、マグネット、コイル等種々の電力応用導体として使用する試みがなされている。

【0003】従来の酸化物超電導線材（以下超電導線材と記す。）は、酸化物超電導材料からなるフィラメントの外周がAg、Cu等の安定化材層により被覆されている。前記安定化材層は、通電中のフィラメントにおきる磁束の急激な移動であるフラックス・ジャンプに起因した発熱に対してヒートシンクの作用をしたり、電流のバイパスとしての作用をなすものである。このような超電導線材を作製する方法としては一般に金属シース法が用いられている。この方法は、安定化材として好適なAg等からなるパイプ内に、超電導体またはその前駆物質を充填する。ついで前記パイプに断面を減少させる加工を施して超電導体またはその前駆物質の外周に安定化材層が形成されたピレットとなす。しかる後このピレットに所定の熱処理を施して超電導線材とするものである。このような超電導線材を電力ケーブル用、コイル用、電流リード用等の導体として使用する場合、曲げ等の機械的な歪みが導体に加わるため、その改善を目的として図2に示すような超電導線材の多芯化が図られている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら多芯酸化物超電導線材は、曲げ特性には優れた線材であるが、交流用としては適していない。例えばケーブルとして使用する場合は、フィラメント1に交流を通電すると、外部磁場が変動し磁束が出入りする過程で、フィラメント1間に安定化材層3を介して結合電流が流れる。このときに発生するジュール損を結合損失 (Pc) と呼んでおり、Pcは一般に、

$$P_c = B^2 (2\pi f)^2 \tau / \mu_0$$

$$\tau = (1/2) (\mu / \rho) (l_0 / 2\pi)^2$$

(B：外部磁場、f：周波数、 τ ：磁束が超電導体に侵入する時定数、 μ_0 ：真空の透磁率、 ρ ：超電導体間横

断抵抗率、 l_0 ：ツイストピッチ）で求めることができる。このような結合損失のために液体窒素等の冷媒の蒸発量が多くなったり、それに伴ってフィラメント1がクエンチするなどの問題がある。

【0005】本発明は上記従来技術の問題点に鑑み鋭意検討の結果なされたもので、その目的とするところは、交流用として好適な多芯酸化物超電導線材を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明では、酸化物超電導材料からなるフィラメント1を安定化材層3中に複数配置した多芯酸化物超電導線材であり、前記フィラメント1と安定化材層3との間にAg-A1合金またはAg-Mg合金からなる層2が設けられている多芯酸化物超電導線材により前記課題の解決を図った。

【0007】前記安定化材層3としては、熱伝導性、電気伝導性に優れた材料であるAg、Cuの他、Au、Pd、Ir、Rh等が好適に使用できるが、酸素透過性、耐酸化性の点でAgがより好適に使用できる。

【0008】本発明の多芯酸化物超電導線材（以下多芯超電導線材と記す。）の長手方向に直交する断面は特に限定はなく、円形、あるいはテープ状、多角形等とすることができ、臨界電流密度を向上させるために断面をテープ状にするのが好ましい。

【0009】また本発明の多芯超電導線材には、線材の長手方向にねじり（ツイスト）を与える加工（以下ツイスト加工と記す。）が施されているのが好ましい。多芯超電導線材に交流磁界が加わった場合に、結合電流による結合損失が生じるのを低減するためである。

【0010】

【作用】本発明の多芯酸化物超電導線材は、フィラメント1と安定化材層3との間に、前記安定化材層3に比して高抵抗のAg-A1合金層2またはAg-Mg合金層2が設けられている。よって、フィラメント1間の横断抵抗率が大きくなるので、交流通電時にフィラメント1間に結合電流が流れるのを遮断して結合損失を低減することができる。

【0011】

【実施例】以下、本発明を実施例に基づいて詳しく説明する。

(実施例1) Bi_2O_3 、 PbO 、 SrCO_3 、 CaCO_3 、及び CuO の粉末をモル比でBi:Pb:Sr:Ca:Cu=1.6:0.4:2:2:3となるように配合、混合した混合粉を大気中で800℃、80時間仮焼した後粉碎し、前駆物質とする。ついでこの前駆物質を外径が20mm、内径が15mmであるAg92mol%、Al8mol%合金からなるパイプ内に充填する。ついでこの合金製パイプを外径が25mm、内径が20.4mmであるAg製パイプ内に挿入する。ついでこのAg製パイプを静水圧押出して外径8mmに仕上

げ、さらに引き抜き加工を施して外径 3 mm の一次ビレットとする。このようにして得られる一次ビレットを 37 本束ね、外径 25 mm、内径 21 mm の Ag 製パイプ内に挿入する。ついでこの一次ビレットを挿入した Ag 製パイプを静水圧押しして外径 8 mm とし、さらに引き抜き加工を施して外径 1 mm の二次ビレットとする。得られた二次ビレットにピッチが 3 mm となるようにツイスト加工と圧延加工を施す。ついでこの二次ビレットに大気中で 835℃、50 時間の熱処理を 2 回繰り返して施し、図 1 に示すような厚さ 0.25 mm、幅約 2 mm の多芯超電導線材を得る。

【0012】このようにして得られた多芯超電導線材の横断面形状の観察と分析を行った結果、フィラメント 1 と Ag-A1 合金層 2 との反応は見られなかった。この多芯超電導線材の全交流損失を測定するために、外径 18 mm のステンレス (SUS) 製パイプにピッチが約 250 mm となるように多芯超電導線材を螺旋状に巻き付けたものを作製した。ここで 1 層当たりの線材数は 25 ~ 26 本で計 3 層巻き付けた。このような多芯超電導線材の全交流損失 (ヒステリシス損失、結合損失、渦電流損失) を蒸発法により測定した。

【0013】(蒸発法)

(1) 真空断熱あるいはスーパーインシュレーション等が施されている液体窒素容器内に線材を挿入する。そしてこの容器を流量計に接続し全体を密閉状態にして測定装置とする。

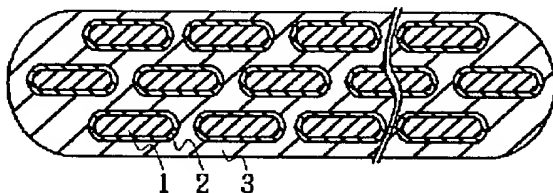
(2) 線材に交流 500 A を通電して窒素の蒸発量 (l/min) を測定する。

(3) つぎに線材を挿入しないで蒸発量 (外部からの熱侵入) を測定し、(2) で測定した値から差し引く。

(4) このようにして求められた蒸発量から発熱量、すなわち全交流損失が求められる。

【0014】その結果、 1.9 kW/m^3 の優れた値が得られた。なお蒸発法により測定した値 (kW/m^3) は小さいほど交流損失、中でも結合損失が少ないことを

【図 1】



示す。

【0015】(実施例 2) 実施例 1 の Ag-A1 合金製パイプに換えて Ag 95 mol%、Mg 5 mol% 合金からなるパイプを用いる。それ以外は実施例 1 と同様にして多芯超電導線材を作製した。得られた多芯超電導線材の横断面形状の観察と分析を行った結果、フィラメント 1 と Ag-Mg 合金層 2 との反応は見られなかった。この多芯超電導線材の全交流損失を実施例 1 と同様にして測定したところ、 1.4 kW/m^3 と優れた値が得られた。

【0016】(比較例 1) 実施例 1 の Ag-A1 合金製パイプに換えて Ag 製のパイプを用いた以外は実施例 1 と同様にして多芯超電導線材を作製した。得られた多芯超電導線材の全交流損失を実施例 1 と同様にして測定したところ、 1.8 kW/m^3 と実施例 1 に比して極めて劣るものであった。

【0017】

【発明の効果】本発明の多芯酸化物超電導線材は、フィラメント 1 と安定化材層 3 との間に高抵抗の Ag-A1 合金層 2 または Ag-Mg 合金層 2 が設けられている。よって、フィラメント 1 間の横断抵抗率が大きくなるので、交流通電時にフィラメント 1 間に結合電流が流れるのを遮断して結合損失を低減することができる。従って本発明によれば、交流用に適用可能な多芯酸化物超電導線材を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】図 1 は、本発明の多芯酸化物超電導線材を示す概略図。

【図 2】図 2 は、従来の多芯酸化物超電導線材を示す概略図。

【符号の説明】

- | | |
|---|---------------------|
| 1 | フィラメント |
| 2 | Ag-A1 合金層、Ag-Mg 合金層 |
| 3 | 安定化材層 |

【図 2】

